مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

Effect of zirconium copy's thickness on fracture strength of CAD/CAM porcelain veneered zirconia crowns

Dr. Bassam AlNajjar*

(Received 29 / 3 / 2017. Accepted 18 / 10 / 2017)

□ ABSTRACT □

The zirconia core -reinforced ceramic restorations are used widely , due to its excellent mechanical properties [1-2]. . but the core used in this restorations has low translucency which affect on the esthetic appearance of this restorations [21]. This disadvantage can be reduced by decrease coping thickness[24] . this study aimed to investigate the possibility of reducing of core thickness minimally and concluded if that affect on fracture resistance of final restoration .

Materials and methods: The sample consists of 40 discs made of Yttria-tetragonal-zirconia-polycrystal (Y-TZP) by presintered Y-TZP blocs (DD Bio ,dental direct , Germany)(diameter 1 cm) by using CAD/CAM technique by DWX-50 milling machine ,Roland ,Japan .The sample was divided in two groups according to the discs thickness (0.5- 0.3 mm).

All discs were veneered with ceramic layer (thickness 1 mm)by using a special model. The fracture resistance of all specimens was tested by apply a vertical force on the discs using universal testing machine (Olsn H050 ,England).

The values of force when porcelain and zircon discs has been fractured (FC – FZ) were recorded and analyzed by using T-student test .

Results: The median of FC for both groups were (708+_10.67 , 706+_13.75 N) and FZ(3012+_75.43 , 2938+_53.52 N) respectively. T-student test showed that There were no significant different between two groups. The model of fracture didn't differ between test groups.

Conclusion: The thickness of zirconia core didn't effect on resistance strength of the porcelain layer and zirconia core in porcelain veneered zirconia crowns, therefore we can construct this kind of restorations with core thickness 0.3 mm without any negative effect on fracture resistance of these restorations.

Keywords: Y-TZP restorations –copy's thickness-CAD/CAM Technique.

* **Assistant Professor - faculty of dentistry- Department of fixed prosthodontics – Hama university**

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (39) العدد (5) 2017
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol. (39) No. (5) 2017

تأثير سماكة نواة الزركون الداخلية على مقاومة انكسار تيجان الزركون الملفح بالخزف والمصنعة بمساعدة الحاسب

د. بسام النجار*

(تاريخ الإيداع 29 / 3 / 2017. قُبِل للنشر في 18 / 10 /2017)

□ ملخّص □

تستخدم الترميمات الخزفية المقواة بنواة الزركون بشكل واسع نظراً للخواص الميكانيكية الجيدة التي تتمتع بها هذه الترميمات، لكن تعتبر النواة الداعمة لهذه الترميمات ضعيفة الشفوفية مما يؤثر سلباً على النتائج الجمالية لها.

يمكن التغلب على هذه السيئة بانقاص سماكة النواة الداعمة قدر الإمكان ، لذلك تهدف هذه الدراسة لتحري إمكانية إنقاص سماكة نواة الزركون الداعمة إلى أقل سماكة ممكنة ومدى تأثير ذلك على مقاومة انكسار الترميم النهائي.

طرائق ومواد البحث: تألفت عينة البحث من أربعين قرص مصنع من الزركون بقطر 1 سم باستخدام تقنية CAD/CAM من نوع DWX-50 من شركة Rolland اليابانية وباستخدام بلوكات من الزركون الملبد بشكل جزئي Presintred Y-TZP من نوع DD Bio Z مصنعة من شركة Dental Direkt الألمانية، قسمت عينة البحث إلى مجموعتين بحسب سماكة قطر الزركون (0.5 ملم -0.3 ملم). تم بعدها بناء طبقة من الخزف الزجاجي المخصص للبناء فوق نواة الزركون من نوع GC ZR لشركة GC البلجيكية وبسماكة 1 ملم لكلتا المجموعتين باستخدام قالب خاص ، تم دراسة مقاومة العينات للكسر من خلال تطبيق قوى عمودية على القرص باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية Universal Testing Machine من نوع Olsen H50 إنكليزي الصنع . تم تسجيل القوة التي حصل عندها انكسار طبقة الخزف (F.C) ،ثم القوة العظمى التي حصل عندها انكسار قرص الزركون (F.Z) في كل عينة من عينات البحث باستخدام مخططات خاصة توضح قيم القوى المذكورة سابقاً بالنيوتن.استخدم اختبار T-Student لكشف وجود فروق دالة إحصائياً في كلتا القيمتين بين المجموعة الأولى والمجموعة الثانية.

النتائج: بلغ متوسط القوة F.C 13.75_+706 , 10.67_+708 نيوتن في المجموعتين الأولى والثانية على التوالي ،كما بلغ متوسط القوة F.Z 53.52_+2938 , 75.43_+3012 نيوتن في المجموعتين الأولى والثانية على التوالي. أظهرت نتائج الاختبارات الإحصائية عدم وجود فروق دالة إحصائياً بين القيمتين F.C و F.Z في كلتا المجموعتين ، كما لم يلاحظ اختلاف في نموذج الكسر في عينات مجموعتي البحث.

الاستنتاجات : لا تأثير لسماكة نواة الزركون الداعمة على مقاومة الخزف المغطي والنواة الداعمة نفسها للانكسار أو حتى على نموذج الكسر وبالتالي يمكن بناء الترميمات الخزفية الخالية من المعدن والمقواة بنواة الزركون بسماكة نواة 0.3 ملم فقط دون أن يكون لذلك تأثير على مقاومة هذه الترميمات للانكسار.

الكلمات المفتاحية: الترميمات الخزفية المقواة بنواة الزركون-سماكة نواة الزركون- تقنية CAD/CAM

* مدرس - قسم تعويضات الأسنان الثابتة - كلية طب الأسنان-جامعة حماه

مقدمة:

قدمت ترميمات الزيركون–المستقر باليوتيريا متعدد البلورات Y–TZP منذ أكثر من عشر سنوات كبديل تجميلي وحيوي للترميمات الخزفية المعدنية .حيث يمكن تطبيق هذا النوع من الأنظمة الخزفية الكاملة كجسور طويلة أو كزرعات سنية نظراً للخواص الميكانيكية الجيدة [1–2] .حيث بلغت قيم أهم الخواص الميكانيكية لهذه المادة :مقاومة الالتواء 900–1200 MPa – مقاومة الانضغاط 2000 MPa –معامل يونغ 210 GPa ،وتعتبر هذه القيم مرتفعة بالمقارنة مع بقية أنواع الترميمات الخزفية الخالية من المعدن وهذا ما يفسر إمكانية استخدام هذا النوع من الترميمات في مختلف التطبيقات السريرية وخصوصاً في المنطقة الخلفية حيث يبلغ متوسط قوى العض 210–880 نيوتن[3].

وتعود الخواص الميكانيكية الجيدة لهذه الترميمات نظراً لمتانة بلورات الزركون نفسها والتي تبلغ نسبتها في هذه الترميمات 97% بالإضافة لخاصية التحول الذري (transformation toughening)الذي تتمتع بها هذه البلورات [4]. كما أعطت إمكانية تصنيع ترميمات الزركون باستخدام تقنية التصميم بمساعدة الحاسب والتصنيع بمساعدة الحاسب(CAD/CAM) انطباق حفافي وتقبل حيوي والذي يمكن أن يكون عائد أيضاً للمادة نفسها[5–6].

ولكن لسوء الحظ يعتبر احتمال حدوث فشل سريري قصير الأمد كبير في الترميمات المقواة بنواة الزركون نتيجةً لحدوث كسر أو تصدع في طبقة الخزف المغطي والذي يعتبر نقطة ضعف هذه الترميمات [7].

وعلى الرغم من ذلك تعتبر الجسور الخزفية المبنية على نواة الزركون ذات معدل نجاح سريري مقبول يتراوح بين 74–100% خلال خمس سنوات من المراقبة السريرية[8–9].

يمكن على العموم تقسيم العوامل المؤثرة على متانة هذه الترميمات وقابليتها للانكسار إلى:

1–**عوامل هندسية**(Geometric factors): تتضمن الاختلافات في ثخانة النواة الداخلية –تصميم النواة – معدل سماكة نواة / الخزف المغطي[10–11]

2– **عوامل حرارية**(Thermal factors): تتضمن الاختلافات في زمن التلبيد (Sintring) –معدل التبريد– معامل التمدد الحراري [12–13]

3– **عوامل بنيوية** (Structural factors): تتضمن إمكانية انسياب الخزف على نواة الزركون–قابلية ترطيب نواة الزركون– الارتباط بين الزركون والخزف [14–15].

يمكن تحسين معدل نجاح الترميمات المدعومة بنواة الزركون من خلال زيادة قوة ارتباطها مع الخزف المغطي لتقيل معدل حدوث كسر في طبقة الخزف ، ويمكن أن يتم ذلك بعدة طرق منها تطبيق مادة رابطة زجاجية أو راتنجية على نواة الزركون قبل بناء الخزف [16]، تنظيف سطح نواة الزركون ببلازما الأرغون [17]، أو من خلال تعديل تصميم نواة الزركون الداخلية بالإبقاء على السطح الحنكي للترميم كطبقة من الزركون بسماكة لا تقل عن 1ملم دون أن يتم تغطيتها بالخزف كون المنطقة الحنكية غير تجميلية بشكل كبير مما يساهم بشكل ملحوظ في زيادة متانة الخزف وزيادة مقاومته للانكسار [18–19]

من السيئات الأخرى الملاحظة في الترميمات المقواة بنواة الزركون ضعف الشفوفية أو بمعنى آخر الظلالية العالية الناتجة عن نواة الزركون [20–21]. حيث توجد علاقة وثيقة بين شفوفية ترميمات الزركون وسماكة النواة الداعمة، فتزداد شفوفية الترميم النهائي وتتحسن خواصه التجميلية بإنقاص سماكة النواة الداعمة [22–23].

بينت العديد من الدراسات أن سماكة نواة الزركون تؤثر مباشرة على شفوفية الترميم [24]، إذ أنه يمكن التقليل من المظهر عالي الظلالية للترميمات الخزفية الكاملة المدعومة بنواة الزركون من خلال إنقاص سماكة النواة إلى 0.4 ملم [25].

هناك جدل كبير حول السماكة المثالية لنواة الزركون الداخلية والتي تتأمن معها النواحي التجميلية دون أن يؤثر ذلك على متانة الترميم النهائي وخواصه الميكانيكية.

بينت كلاً من Mclaren& Hyo في دراستهم عام 2006 بأن سماكة نواة الزركونيا يجب ألا تقل عن0.3 في الأسنان الأمامية وعن 0.5 للأسنان الخلفية [26].حيث يجب أن يتم تحضير الأسنان الخلفية بمقدار كافي لتأمين هذه السماكة لنواة الزركون الداعمة[27].

بينت العديد من الدراسات بأن تخفيض سماكة نواة الزركون من 0.5 إلى 0.3 يسبب انخفاض في مقاومة انكسار التاج النهائي بنسبة 35% [28-29].

كما أجرى الباحث Liu .Y وزملاؤه دراسة سريرية لمراقبة فشل الترميمات الخزفية المدعومة بنواة الزركون واستنتجت دراسته بأن مقاومة انكسار طبقة الخزف المغطي تزداد بزيادة سماكة نواة الزركون الداخلية [30].

استنتجت العديد من الدراسات الأخرى بأن زيادة سماكة نواة الزركون الداعمة يقلل من خطر انكسار الخزف المغطي في الترميمات الخزفية الكاملة المدعومة بنواة الزركون[31-32]، حتى في ترميمات الزركون الكامل غير المغطى بالخزف فإن مقاومة انكسار التاج تزيد بزيادة سماكة التاج [33].

بينما استنتجت دراسات أخرى بأن ليس لسماكة نواة الزركون الداخلية تأثير كبير على متانة الترميم ، حيث يمكن إنقاص سماكة النواة لأقل من السماكة الموصى بها دون أن يسبب ذلك ضعف في مقاومة الترميم للإنكسار حيث أن سماكة منطقة الوصلات بين الدمى والمثبتات يعتبر العامل الأكثر تأثيراً على مقاومة انكسار الجسور الخزفية المقواة بنواة الزركون [34].

كما بينت دراسة أخرى بأنه لا تأثير لسماكة نواة الزركون على مقاومة الكسر والجهود المتبقية في ترميمات الزركون الملفحة بالخزف[35] .

أهمية البحث وأهدافه :

تهدف هذه الدراسة تحري إمكانية إنقاص سماكة نواة الزركون من 0.5 إلى 0.3 ملم ودراسة تأثير ذلك على مقاومة انكسار ترميمات الزركون الملفح بالخزف وذلك بهدف تحسين النواحي التجميلية لهذه الترميمات.

طرائق البحث ومواده :

تألفت عينة البحث من أربعين قرص مصنع من الزركون بقطر 1 سم، مقسمة إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى: سماكة قطر الزركون Z. T= 0.5 ملم

المجموعة الثانية: سماكة قرص الزركون Z. T= 0.3 ملم

حيث تم تصنيع الأقراص باستخدام تقنية CAD/CAM من نوع DWX-50 تتضمن خمس محاور للخراطة مصنعة من قبل شركة Roland اليابانية ، كما تم استخدام بلوكات من الزركون الملبد بشكل جزئي Presintred Y-TZP من نوع DD Bio Z مصنعة من شركة Dental Direkt الألمانية (شكل رقم 1). تمت عملية التلبيد بوضع

الأقراص بفرن التلبيد من نوع Ceramil therm لشركة AmmanGirbach الألمانية يعتمد على رفع درجة الحرارة ل 1500 درجة مئوية ثم التبريد التدريجي لدرجة حرارة الغرفة ببرنامجٍ خاصٍ يستغرق 8 ساعات ، ليتم بعدها ترميل أقراص الزركون برمل أوكسيد الألمنيوم (50 ميكرون)، تم بعدها بناء طبقة من الخزف الزجاجي المخصص للبناء فوق نواة الزركون من نوع GC ZR لشركة GC البلجيكية وبسماكة 1 ملم لكلتا المجموعتين باستخدام قالب خاص .حيث تم تصنيع العينات في مخبر أسنان خاص في مدينة دمشق يمتلك كل الأجهزة اللازمة لذلك.

شكل رقم (1) بلوكات الزركون المستخدمة في تصنيع العينات

تم إلصاق العينات على أسطوانات معدنية قطر قاعدتها 1.5 ملم مصنعة خصيصاً لهذا البحث لتسهيل تطبيق الاختبارات الميكانيكية عليها ، بحيث ألصق القرص على السطح العلوي للاسطوانة (شكل رقم 2) .

شكل رقم (2) بعض عينات البحث قبل الاختبار

تم دراسة مقاومة العينات للكسر من خلال تطبيق قوى عمودية على القرص باستخدام جهاز الاختبارات الميكانيكية Universal Testing Machine من نوع Olsen H50 إنكليزي الصنع في كلية الهندسة الميكانيكية – جامعة البعث (شكل رقم 3)، حيث تم تطبيق الرأس العامل على شكل كرة فولاذية بقطر8 ملم تعمل على تطبيق قوى ضغط على العينات حتى الانكسار (شكل رقم 4) ،حيث كانت سرعة رأس جهاز الاختبار 0.5 mm/min ،تم تسجيل القوة التي حصل عندها انكسار طبقة الخزف (F.C) ،ثم القوة العظمى التي حصل عندها انكسار قرص الزركون (F.Z) في كل عينة من عينات البحث باستخدام مخططات خاصة (الشكلين رقم 6-5)توضح قيم القوى المذكورة سابقاً بالنيوتن.

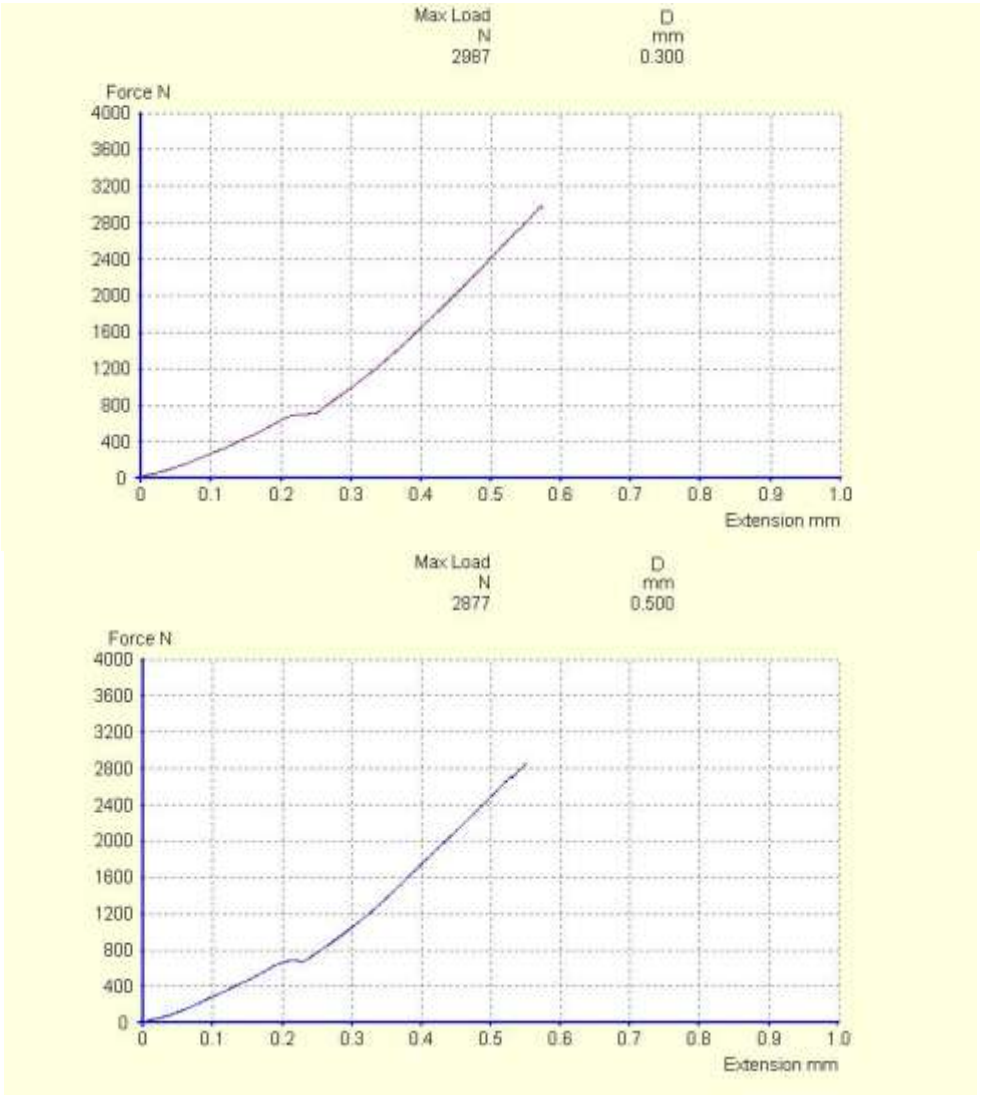
شكل رقم (3) جهاز الاختبارات الميكانيكية

شكل رقم (4) تطبيق الاختبار على العينات

تم تدوين هذه القيم لكل عينة وتم إجراء الاختبار الاحصائي المناسب بين مجموعتي عينة البحث ، حيث استخدم اختبار T-Student لكشف وجود فروق دالة إحصائياً في كلتا القيمتين بين المجموعة الأولى والمجموعة الثانية.

كما تم ملاحظة نموذج الكسر في كل عينة هل هو عبارة عن تفتت القرص أو انكسار القرص إلى جزأين للمقارنة بين المجموعتين (شكل رقم 7).

استغرقت عملية صنع العينات وإجراء الاختبارات الميكانيكية والإحصائية حوالي تسعة أشهر.



الشكلين رقم (6-5) مخططات جهاز الاختبارات الميكانيكية توضح قوى الكسر لعينة واحدة من كل مجموعة

شكل رقم (7) بعض العينات بعد الاختبار

النتائج والمناقشة :

بلغ متوسط القوة F.C في المجموعة الأولى 13.75_+706 نيوتن ،و في المجموعة الثانية 10.67_+708 نيوتن كما هو مبين في الجدول رقم (1)

جدول رقم (1) متوسطات قوى كسر الخزف FC لعينتي البحث

	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
FC	group 1	20	706.6667	33.69075	13.75419
	group 2	20	708.1667	26.14128	10.67213

تم استخدام البرنامج الاحصائي SPSS لمقارنة الفرق بين المجموعتين، حيث تم استخدام اختبار T–Student في مجموعتين مستقلتين. يسمح هذا الاختبار باختبار الفرق بين متوسطي العينتين وبالتالي يختبر فرضية العدم (الفرق بين متوسطي العينيتين معدوم $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ وبالتالي لا تأثير لسماكة قرص الزركون على مقاومة الخزف للإنكسار). مقابل الفرضية البديلة التالية (الفرق بين متوسطي العينتين جوهري $H_a : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ وبالتالي تؤثر سماكة قرص الزركون على مقاومة الخزف للإنكسار) وكانت النتائج كما هو مبين بالجدول رقم (2).

جدول رقم (2) اختبار ستودنت لكشف وجود فروق دالة إحصائياً بين قيم FC بين كلتا المجموعتين

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
FC	Equal variances assumed	.118	.738	-.086-	10	0.933	-1.50000-	17.40897	-40.28960-	37.28960
	Equal variances not assumed			-.086-	9.419	0.933	-1.50000-	17.40897	-40.61649-	37.61649

ومن خلال ملاحظة نتائج اختبار ستيودنت من الجدول يمكن الاستنتاج أنه لا يوجد فروق دالة إحصائياً بين العينتين ($sig = 0.933 > 0.05$) عند مستوى دلالة ($\alpha = 0.05$) أي نقبل فرضية العدم وبالتالي يمكن القول أنه لا تأثير لسماكة طبقة الزركون على مقاومة الخزف للانكسار.

كما بلغ متوسط القوة F.Z في المجموعة الأولى 53.52_+2938 نيوتن ، وفي المجموعة الثانية 75.43_+3012 نيوتن . جدول رقم (3)

جدول رقم (3) متوسطات قوى كسر الزركون FZ لعينتي البحث

	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
F2	group 1	20	2938.3333	131.10403	53.52300
	group 2	20	3012.0000	184.77879	75.43562

واستخدم هنا أيضاً تم استخدام اختبار ستودنت لدراسة وجود فروق دالة إحصائياً بين المجموعتين، وكانت النتائج كما هو مبين بالجدول رقم (4):

جدول رقم (4) اختبار ستودنت لكشف وجود فروق دالة إحصائياً بين قيم FZبين كلتا المجموعتين

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
F2	Equal variances assumed	.543	0.478	-.796-	10	0.444	-73.66667-	92.49456	-279.75740-	132.42407
	Equal variances not assumed			-.796-	9.016	.446	-73.66667-	92.49456	-282.84619-	135.51286

ومن خلال ملاحظة نتائج اختبار ستيودنت من الجدول يمكن الاستنتاج أنه لا يوجد فروق دالة إحصائياً بين العينتين ($sig = 0.444 > 0.05$) عند مستوى دلالة ($\alpha = 0.05$) أي نقبل فرضية العدم وبالتالي يمكن القول أنه لا تأثير لسماكة طبقة الزركون على مقاومة قرص الزركون للانكسار

كما تم ملاحظة نموذج الكسر في عينات كلتا المجموعتين ولوحظ مايلي:

حصل كسر أحادي أوثنائي في قر ص الزركون في بعض عينات المجموعة الأولى ولوحظ حدوث تفتت القرص إلى قطع صغيرة في عينات أخرى ، كما لوحظ حدوث نفس أنماط الكسر في عينات المجموعة الثانية ،دون أن نميز وجود علاقة بين نموذج الكسر ومجموعتي البحث.

المناقشة :

تم تقسيم عينات البحث إلى مجموعتين بحسب سماكة قرص الزركون المستخدم في تصنيع العينات وذلك لدراسة تأثير سماكة طبقة الزركون على قوة انكساره من جهة وقوة انكسار طبقة الخزف المغطي من جهة أخرى. حيث تعتبر مادة الزركون مادة ضعيفة الشفوفية [20–21]ويمكن الحصول على نتائج تجميلية أكبر في التعويضات المقواة بنواة الزركون بإنقاص سماكة نواة الزركون[22–23]، كما يساهم الخزف المغطي الخارجي في الحصول على نتائج تجميلية جيدة لهذا النوع من التعويضات[5]. استخدم نظام CAD/CAM في تصنيع الأقراص الزركونية وذلك من أجل دقة أبعاد

وسماكات الأقراص في كلتا المجموعتين. تم تطبيق قوة عمودية على العينات ومراقبة القوة التي يحدث فيها كسر طبقة الخزف المغطي أولاً ثم كسر طبقة الزركون ثانياً.

من خلال دراسة النتائج التي حصلنا عليها تبين عدم تأثير سماكة قرص الزركون على قوة انكساره من جهة وقوة انكسار طبقة الخزف المغطي من جهة أخرى لعدم وجود فروق دالة إحصائياً بين مجموعتي الدراسة.

كما لم يلاحظ تأثير سماكة القرص على نموذج الكسر الحاصل فيه.

اختلفت نتائج هذه الدراسة مع دراسة كلاً من Alhasanyah وزملاؤه عام 2013 [31] و Amélie K وزملاؤه عام 2012 [32] و Sun Ting وزملاؤه عام 2014 [33] وتعود نتيجة الاختلاف لاستخدام هذه الدراسات سماكات أكبر لنواة الزركون والاختلاف في تصميم ونموذج العينات .

بينما اتفقت نتائج هذه الدراسة مع دراسة Marcus J وزملاؤه عام 2013 [34] ودراسة Christopher S. Millen وزملاؤه عام 2012 [35] .

الاستنتاجات والتوصيات :

يمكن أن نستنتج ضمن حدود هذه الدراسة بأن إنقاص سماكة نواة الزركون الداخلية من 0.5 إلى 0.3 ملم أثناء مرحلة التصنيع المخبري لها لا يؤثر على مقاومة انكسار هذا النوع من الترميمات ، لذلك نوصي بأن يتم تصنيع ترميمات الخزف الخالي المدعوم بنواة الزركون بسماكة نواة بمقدار 0.3 ملم بدلاً من 0.5 ملم دون أن يكون لذلك أي تأثير على متانة هذه الترميمات أو على مقاومة انكسار طبقة الخزف المغطي وذلك بهدف الحصول على ترميمات خزفية ذات جمالية عالية ومقاومة جيدة للقوى الاطباقية التي تتعرض لها هذه الترميمات في الحفرة الفموية.

المراجع:

1- AMÉLIE, K. M; GARY, S. S ;ALAIN, J. V; MICHAËL ,J. S." *Influence of zirconia framework thickness on residual stress profile in veneering ceramic Measurement by hole-drilling*" . d e n t a l m a t e r i a l s U.S.A.Vol.2 8 , 2 0 1 2 , 378–384.

2- BACHHAV ,V.C; ARAS ,M.A." *Zirconia-based fixed partial dentures: a2 clinical review*". Quintessence Int U.S.A.Vol.42 ,2011,173-182.

3-GIBBS, C.H; ANUSAVICE, K.J; YOUNG ,H.M." *Maximum clenching force of patients with moderate loss of posterior tooth support: a pilot study*". J Prosthet Dent.U.S.A. Vol 88, 2002,498-502.

4- ANUSAVICE ,K.J .' *Phillip's science of dental materials* ". eleventh .ed , Elsevier science, Philadelphia, 2003, 32.

5-TAKASHI ,M; TAKASHI, N;HIDEO, M; SEIJI ,B ; TAIRA ,K." *Review Current status of zirconia restoration*". Journal of Prosthodontic Research U.S.A. Vol. 57 ,2013,236–261.

6 -FRANCISCO ,M.R; MARA, J. S; BEGOA, R; GUILLERMO, P. "*Evaluation of the absolute marginal discrepancy of zirconia-based ceramic copings*". J Prosthet Dent U.S.A. Vol. 105, 2011,108-114.

7- SCHLEY, J.S; HEUSSEN, N; REICH, S; FISCHER ,J; HASELHUHN, K,W. *"Survival probability of zirconia-based fixed dental prostheses up to 5 years: a systematic review of the literature*".Eur J Oral Sci London .Vol 118,2010,118,443–50.

8-AL-AMLEH, B; LYONS ,K;SWAIN, M." *Clinical trials in zirconia: a systematic review*". J Oral Rehabil U.S.A. Vol.37, 2010, 641-652.

9- SAILER ,I; GOTTNERB, J; KANELB, S." *Randomized controlled clinical trial of zirconia-ceramic and metal-ceramic posterior fixed dental prostheses: a 3-year follow-up*". Int J Prosthodont U.S.A. Vol. 22,2009,553-560.

10- SHIRAKURA, L; GEMINIANI, E; FENG. *"The influence of veneering porcelain thickness of all-ceramic and metal ceramic crowns on failure resistance after cyclic loading*". Journal of Prosthetic Dentistry U.S.A. Vol.101, 2009,119–27.

11 PROOS, S; IRONSIDE, S." *Influence of core thickness on a restored crown of a first premolar using finite element analysis"*. International Journal of Prosthodontics. U.S.A. Vol.16,2003,474–80.

12- FISCHER, S;TROTTMANN, H. *"Impact of thermal misfit on shear strength of veneering ceramic/zirconia composites*". Dental Materials. U.S.A.Vol.25, 2009,419–23.

13- HJERPPE, V; FRBERG, L." *Effect of sintering time on biaxial strength of zirconium dioxide*". Dental Materials U.S.A. Vol.25, 2009,166–71.

14-BENETTI, P; VALANDRO, B; BONA." *The effect of porcelain thickness and surface liner application on the fracture behavior of a ceramic system*". Dental Materials U.S.A. Vol.27,2011,948–53..

15- ABOUSHELIB, K; FEILZER." *Microtensile bond strength of different components of core veneered all-ceramic restorations. Part II. Zirconia veneering ceramics"*. Dental Materials U.S.A. Vol.22, 2006,857–63.

16-SHEILA,P.; BERNIELINKEA, P.M; JOHNA,N." *Improving the compatibility of an Y-TZP/porcelain system using a new composite interlayer composition*". j o u r n a l o f t h e m e c h a n i c a l b e h a v i o r o f b i o m e d i c a l m a t e r i a l s U.S.A. Vol. 6 5 ,2 0 1 7 , 1 1 – 1 9.

17-LUIGI,C ; COSTANZA,M,L;BANGELA.M ."*Shear bond strength of veneering porcelain to zirconia after aron plasma treatment* " .Int J Prosthodont U.S.A. Vol.27, 2014,137-139.

18 SILVA, N.R; ,BONFANTE, E.A; RAFFERTY ,B.T; REKOW ,E.D ; THOMPSON, V.P ,; COELHO ,P.G ."*Modified y-tzp core design improves all-ceramic reliability* ". J Dent Res U.S.A. Vol. Jan ;90(1), 2011,104-8.

19- FATEMEH ,A; AMIR, R; FAAYSL ,G; SUCCARIA ,B; STEVEN, M. M." *Fracture resistance of porcelain veneered zirconia crowns with exposed lingual zirconia for anterior teeth after thermal cycling: An in vitro study*". The Saudi Dental Journal.KSA.Vol.27,2015, 63–69.

20- VAGKOPOULOU ,T;KOUTAYAS, S.O; KOIDIS ,P; STRUB ,J.R." *Zirconia indentistry: Part 1. Discovering the nature of an upcomingbioceramic*". Eur J Esthet Dent Vol.4,2009,130–51.

21-TAISEER ,A. S; AOUS, A; ABDULMAJEEDA,B;TERRENCE, E. DONOVANC, A. V; RITTERC, P. K;VALLITTUB,D ;TIMO, O; NÄRHIA,B,E; LIPPO, V. L."*Optical properties and light irradiance ofmonolithic zirconia at variable thicknesses*". d e n t a l m a t e r i a l s. U.S.A. Vol. 15, 2 0 1 5,232-41.

22 -PRICE ,R.B;FELIX ,C.M; WHALEN ,J.M." *Factors affecting the energy delivered to simulated class I and class V preparations*". J CanDent Assoc Canada. Vol. 76,2010, 94.

23- PEIXOTO ,R.T; PAULINELLI ,V.M; SANDER, H.H ; LANZA ,M.D; CURY, L.A; POLETTO, L.T." *Light transmission through porcelain"*. Dent Mater U.S.A. Vol. 23, 2007,136–8.

24- MOELLER, M; RAZZOOG, M.E; DUFF, R.E ."*Translucency of Procera zirconia and alumina core materials*". IADR abstract, April 1-4, 2009.

25- RONALD ,L.S ."*Craig's Restorative dental materials*", thirteenth .ed, Mosby, Inc Elsevier science, Philadelphia ,2012, 276.

26 – MCLAREN,E ; HYO, L ."*CAM/CAD update :Technologies and materials and clinical perspective*" ,Inside dentistry Nov/Dec 2006 .

27- SEYED ,A.Ali ; SUMA ,K; MANGALA ,D.R. *"zirconia: properties and application — a review*" .Pakistan Oral & Dental Journal .Vol 34, No. 1 ,March 2014,178-183.

28- SPIRIDON, O.K; THALEIA ,V." *Zirconia in Dentistry: Part 2*". Evidence-based Clinical Breakthrough.Eur J Esthet Dent .Vol.4, 2009, 348-380.

29 ASCHEIM ,K.W. *"esthetic dentistry: a clinical approach to techniques and materials*". 3nd.ed, Mosby an imprint of Elsevier United States,2015, 164.

30-LIU, Y; LIU ,G ; WANG ,Y ;SHEN, J.Z ;FENG, H." *Failure modes and fracture origin of porcelain veneers on bilayer dental crowns*" . Int J Prosthodont Vol.27(2),2014, 147-50.

31-ABDULRAHMAN, A; TRITALA ,K; VAIDYANATHAN, M; FLINTON,R. *"Effect of Core Thickness Differences on Post-Fatigue Indentation Fracture Resistance of Veneered Zirconia Crowns*" . Journal of Prosthodontics .Vol.23,2013, 1–8.

32-Amélie K. Mainjota,c,∗, Gary S. Schajerb, Alain J. Vanheusdena, Michaël J. Sadoun "Influence of zirconia framework thickness on residual stress profile in veneering ceramic: Measurement by hole-drilling" d e n t a l m a t e r i a l s 2 8 (2 0 1 2) 378–384.

33-SUN ,T; ZHOU ,S; LAI, R; LIU, R; MA ,S; ZHOU, Z ;SHAO ,L." *Load-bearing capacity and the recommended thickness of dental monolithic zirconia single crowns*". Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials .Vol.10,2014,03-014.

34-MARCUS, J; AMBRE,L; FREDRIK, A;PER VULT von S ."*Fracture Strength of Yttria-Stabilized Zirconium-Dioxide (Y-TZP) Fixed Dental Prostheses (FDPs) with Different Abutment Core Thicknesses and Connector Dimensions*" .Journal of Prosthodontics.Vol. 22,2013, 377–382.

35- CHRISTOPHER ,S. M; ROBERT ,L. R; RICHARD, J. I." *The effect of coping/veneer thickness on the fracture toughness and residual stress of implant supported, cement retained zirconia and metal–ceramic crowns*". d e n t a l m a t e r i a l Vol.2 8 . 2 0 1 2,250–258 .